

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

Trabajo de Diploma

DIAMETRO Y NUMERO DE CANALES RESINIFEROS EN

Pinus oocarpa Schiede.

***VARIACIONES A DOS ALTURAS Y DOS PROFUNDIDADES DENTRO DEL ARBOL Y ENTRE
ARBOLES DE DOS LOCALIDADES.***

PRESENTADO POR : Br. JACQUELINE DOLORES CATTUSE ARAUZ.

ASESOR : M. Sc. MARCOS GUATEMALA.

MANAGUA, NICARAGUA

1991

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

Trabajo de Diploma

DIAMETRO Y NUMERO DE CANALES RESINIFEROS EN

Pinus oocarpa Schiede.

**VARIACIONES A DOS ALTURAS Y DOS PROFUNDIDADES DENTRO DEL ARBOL Y ENTRE
ARBOLES DE DOS LOCALIDADES.**

PRESENTADO POR : Br. JACQUELINE DOLORES CATTUSE ARAUZ.

ASESOR : M. Sc. MARCOS GUATEMALA.

MANAGUA, NICARAGUA

1991

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todos aquellos que ponen todos sus esfuerzos tanto en el estudio como en el trabajo pensando en el futuro de Nicaragua y los nicaragüenses.

A mi esposo, Erasmus, que me motivó a finalizar este trabajo.

A mi hijo Owen José.

A mis padres y hermanos.

A G R A D E C I M I E N T O S

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que voy a mencionar a continuación sin cuyo apoyo no hubiera llevado a feliz término este trabajo.

A mi asesor.

Muy especialmente a la Lic. Aleyda Morales, Dra. Raquel Carreras, al Ing. Marlon Cardoza.

A Ing. Norvin Sepúlveda, Ing. Lucía Romero, Ing. Walter Amiel, Ing. Edith Villanueva, Cartógrafo Eddy Moreno.

También a Lic. Juan José Montiel, Lic. Zoila Herrera, y al Lic. Antonio Rodríguez.

Además a los cros. Martín Bohorquez, Giovanni Mayorga y a Cristino.

A IRENA, CORFOP y UNA

CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
1. Antecedentes	1
2. Objetivos	4
2.1. Generales	4
2.2. Específicos	4
3. Limitaciones	5
II. MATERIALES Y METODOS	6
1. Trabajo de Campo	6
2. Trabajo de laboratorio	8
3. Mediciones	10
4. Calculos	11

III. RESULTADOS Y DISCUSION	12
1. Resultados	12
2. Discusión	28
2.1 La variabilidad en las especies forestales	28
2.2 Canales longitudinales.	30
2.3 Canales transversales.	33
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
1. Conclusiones	36
2. Recomendaciones	38
V. BIBLIOGRAFIA	39
ANEXO 1	
Mapas de ubicación de localidades y muestras	41
ANEXO 2	
Estructura anatómica de un pino	44
ANEXO 3	
Microfotografías de canales verticales y horizontales de <i>Pinus oocarpa</i> Schiede	46

ANEXO 4

Medias por arbol altura y profundidad	49
---	----

ANEXO 5

Caraterísticas de localidades y árboles de estudio	52
--	----

ANEXO 6

Fotos de rodales muestreados	54
------------------------------------	----

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1.

Características estadísticas de las variables estudiadas	12
--	----

Cuadro 2.

Tablas de frecuencias para diámetro de canales verticales	13
---	----

Cuadro 3.

Tablas de frecuencias para número de canales verticales	13
---	----

Cuadro 4.

Tablas de frecuencias para diámetro de canales horizontales	15
---	----

Cuadro 5.

Tablas de frecuencias para número de canales horizontales	15
---	----

Cuadro 6.

Estadísticos por árbol para las cuatro variables estudiadas	17
---	----

Cuadro 7.

Promedios por altura y por profundidad para cada variable estudiada	20
---	----

Cuadro 8.

Análisis de varianza del diámetro de canales verticales	25
---	----

Cuadro 9.

Análisis de varianza del número de canales verticales	25
---	----

Cuadro 10.

Análisis de varianza del diámetro de canales horizontales	26
---	----

Cuadro 11.

Análisis de varianza del número de canales horizontales	26
Cuadro 12.	
Comparaciones ortogonales	27
Figura 1.	
Diámetro de canales verticales (frec. relativa)	14
Figura 2.	
Número de canales verticales (frec. relativa)	14
Figura 3.	
Diámetro de canales horizontales (frec. relativa)	16
Figura 4.	
Número de canales horizontales (frec. relativa)	16
Figura 5.	
Diámetro de canales verticales (dist. por árbol)	18
Figura 6.	
Número de canales verticales (dist. por árbol)	18
Figura 7.	
Diámetro de canales horizontales (dist. por árbol)	19
Figura 8.	
Número de canales horizontales (dist. por árbol)	19
Figura 9.	
Diámetro de canales verticales (dist. por altura)	21
Figura 10.	

Número de canales verticales (dist. por altura) 21

Figura 11.

Diámetro de canales horizontales (dist. por altura) 22

Figura 12.

Número de canales horizontales (dist. por altura) 22

Figura 13.

Diámetro de canales verticales (dist. por prof.) 23

Figura 14.

Número de canales verticales (dist. por prof.) 23

Figura 15.

Diámetro de canales horizontales (dist por prof.) 24

Figura 16.

Número de canales horizontales (dist. por prof.) 24

RESUMEN

Este estudio tenía como objetivos el determinar los parámetros diámetro y número por mm² de canales verticales y horizontales de la especie *Pinus oocarpa Schiede* y analizar las variaciones en 2 profundidades y 2 alturas dentro del árbol y entre árboles de una misma y diferente localidad.

El estudio se llevó a cabo con 3 árboles, 2 de la localidad de Dipilto y 1 de San José de Cusmapa, ambas en la Región I de Nicaragua.

Los árboles fueron seleccionados al azar se procesó la madera con una combinación de la metodología COPANT usada en IRENA y la de Gray. Los parámetros estudiados para *Pinus oocarpa Schiede* tienen los valores medios de:

Diámetro de canales verticales (μm)	151.10
Número de canales verticales (canales/mm ²)	0.33
Diámetro de canales horizontales (μm)	37.99
Número de canales horizontales (canales/mm ²)	0.48

El factor que tuvo efecto significativo en la variabilidad de los cuatro parámetros fue la localidad. El sitio donde crece el árbol también tuvo efecto significativo exceptuando al diámetro de canales horizontales. El diámetro de los canales verticales es el único parámetro que es también afectado significativamente por la profundidad dentro del árbol. La altura dentro del árbol no tuvo efecto significativo en ninguna de los parámetros estudiados.

I. INTRODUCCION

1. Antecedentes

Las resinas más importantes comercialmente son las oleoresinas que se obtienen de los pinos. La oleoresina es producida por células vivas, llamadas células epiteliales. Las células epiteliales son células parénquimatosas de paredes delgadas, excretoras, las cuales rodean a los canales resiníferos. Estos son espacios intercelulares y no elementos verdaderos del xilema.

La resinación es un proceso mediante el cual se extrae la resina de los árboles vivos. Como actividad precederá la extracción del producto principal del bosque: la madera.

En Nicaragua, la resinación constituye otra salida económica social a las necesidades del país y se enmarca dentro de la política de independencia económica, ahorrando divisas.

Con el desarrollo de la industria resinera se lograría:

- Mejor aprovechamiento de los recursos forestales, así como un manejo integral del bosque de pinos.
- Generar divisas al país.
- Garantizar materia prima nacional, evitando importaciones y fuga de divisas.
- Generar un buen número de empleos, como una actividad adicional del campesino, ya que será una fuente de ingresos, complementarios a las labores agrícolas y cotidianas.

La decisión de hacer ésta investigación se tomó en lo que fue la Empresa Resinera "Cmdte. Marco A. Somarriba S.A", CORFOP como un programa de investigación, para complementar los resultados de las investigaciones en las parcelas experimentales de resinación de dicha empresa.

En dichas parcelas se observaron grandes diferencias en la producción de resina de los árboles de una misma especie en diferentes localidades.

Sabiendo que algunos de los elementos de la tecnología de la resinación dependen de las dimensiones de los canales y de la actividad fisiológica de los árboles se realizó este estudio preliminar básico que tendrá entre sus aplicaciones prácticas las siguientes:

- Interpretar mejor los resultados de parcelas experimentales sobre rendimiento y fluidez en la producción de resina.
- Aumentar o disminuir el tamaño de las caras de resinación en favor de una mayor producción de resina y mayor productividad del trabajo con la consecuente aplicación de técnicas óptimas en el proceso de resinación.
- Servir de base a posteriores estudios sobre técnicas de resinación, genéticos y fisiológicos, contribuyendo así a un uso y manejo integral del recurso.

Teóricamente se sabe que de la constitución de los canales resiníferos depende la productividad resinífera de las especies de pino y la resistencia al ataque de los insectos.

Para extraer la resina de los pinos se debe abrir el sistema de canales resiníferos mediante heridas aptas y recoger la resina fluente de las mismas.

El mejor conocimiento de la constitución del sistema de canales resiníferos, contribuye al uso más adecuado de las técnicas de resinación y a una mayor productividad en la actividad resinera.

Tomando en cuenta estos criterios y habiendo observado en el campo diferencias en la productividad de los árboles y diferencias fenotípicas en rodales donde se había pensado existía únicamente *Pinus oocarpa Schiede*, se vió la necesidad de estudiar más a fondo las características anatómicas que determinan de manera más directa la productividad de ésta especie.

Las diferencias en producción resinífera de los árboles de pino puede tener varias causas entre ellas, la especie, el diámetro y el número de canales por mm², éstas dos cualidades son de carácter genético principalmente; además de la localidad y sus condiciones microclimáticas.

2. Objetivos

2.1. Generales

a. Sentar bases para posteriores estudios sobre métodos de resinación, rendimiento, fluidez y mejoramiento genético de la producción de resina.

b. Ampliar la visión de utilización integral del recurso al momento de elaborar planes de ordenamiento y manejo.

2.2. Específicos

a. Determinar la media de los parámetros diámetro y número de canales por mm², tanto de canales horizontales como de verticales para *Pinus oocarpa Schiede*.

b. Analizar el comportamiento de éstos estimadores a 2 alturas y 2 profundidades dentro del árbol y entre arboles de la misma localidad y de 2 localidades diferentes.

c. Tratar de diferenciar a través de ése análisis la existencia de 2 especies diferentes.

3. Limitaciones

Esta investigación se inició en marzo de 1986, con la única guía de un bosquejo del estudio homólogo que realiza la Dra. Raquel Carreras en Cuba.

Sin bibliografía complementaria suficiente en el país sobre este tipo de estudios, por la especificidad del estudio, el tiempo de procesamiento de la madera y con limitaciones en la metodología y en las condiciones del equipo de laboratorio que hicieron el estudio lento.

Aún con las limitaciones logramos hacer un análisis cuantitativo bastante amplio que no se halló en la literatura revisada sobre los parámetros analizados.

El trabajo se realizó con tres árboles de dos localidades Dipilto y San José de Cusmapa en Región I.

II. MATERIALES Y METODOS

Los métodos aquí descritos son una combinación de los utilizados en el Laboratorio de Tecnología de la Madera de IRENA, descritos en COPANT (1972 y 1974), que es una metodología para estudios anatómicos descriptivos de maderas de especies latifoliadas y otros textos principalmente de Gray (1975).

Esta investigación tuvo un tiempo de duración efectivo de aproximadamente dos años.

1. Trabajo de Campo

Para la selección de los árboles se eligieron tres rodales en 2 localidades. Estos rodales habían sido demarcados y señalados los árboles para la producción resinífera por ERCOMASSA. (ver Anexo 5).

En cada rodal se tenía registrado el número de árboles aptos para ser resinados, para la elección del árbol de estudio, se eligió al azar uno dentro del número de árboles existentes en el rodal y se empezaba a contar hasta llegar a él marcando todos los árboles sanos, en óptimas condiciones para ser resinados y representativos de la población hasta llegar al elegido.

A cada árbol elegido se le hizo una ficha con la ubicación del árbol dentro del rodal, características generales de la localidad, descripción e identificación dendrológica del árbol.

Seleccionados los árboles se tumbaron y marcaron en ellos las alturas de

1.30 y 3.30 m, a esas alturas se cortaron rodajas de 5 cm de grueso, de las cuales se saco una cuña que fue marcada con una clave.

Las cuñas se colocaron en agua con formalina para conservarlas frescas y trasladarlas al laboratorio.

2. Trabajo de Laboratorio

De cada cuña se obtuvieron 2 cuerpos de prueba de 1 cm³ uno de la periferia y otro del centro (entre médula y periferia) del árbol.

Estos cuerpos de prueba fueron primeramente ablandados y posteriormente introducidos en formalina acetoalcohólica (FAA) para muerte, fijación y preservación de células. Esta solución está compuesta por:

Alcohol etílico 95%	50cc/100cc
Acido glacial acético	5cc/100cc
Formaldehído 37-40%	10cc/100cc
Agua destilada	35cc/100cc

En esta solución pueden mantenerse los cuerpos de prueba por tiempo indefinido y como mínimo 1 semana.

Antes de hacer cortes histológicos los cuerpos de prueba eran lavados en solución de alcohol etílico al 70% en intervalos de 24 horas cambiándose tres veces.

Luego se hicieron cortes histológicos, deshidratándose y tiñéndolos para hacer montajes permanentes para toma de microfotografías y memoria del estudio.

Se hicieron montajes temporales en glicerina para la realización de mediciones y conteo, en cortes transversales y tangenciales.

Los materiales utilizados para este paso son:

agua destilada

alcohol etílico 100%

formalina acetoalcohólica

glicerina

micrótopo

microscopios

equipo básico de laboratorio

3. Mediciones

Para cada superficie (transversal y tangencial) a estudiar, del cuerpo de prueba se hacen cortes histológicos de 80 - 120 μm de grosor.

Se eligen los mejores cortes y ya realizado el montaje se procede de la siguiente manera:

Para medir diámetros:

- Se buscan los canales que esten en las mejores condiciones para ser medidos, que no esten dañados, ni que sus células epiteliales se hayan desprendido.
- Medimos el lumen del canal bajo un aumento de 40x en el microscopio.
- Se anota el número de divisiones observadas en el ocular micrométrico.
- Se multiplica por un factor = 0.25 para obtener el diámetro en μm .

Para contar canales:

- Usamos un lente de 10x con una cuadrícula.
- Contamos al azar el número de canales que se observan dentro de la cuadrícula en un corte histológico.

4. Cálculos

Tanto para canales verticales como canales horizontales se obtuvo diámetro y número de canales por mm² medio.

Para observar las variaciones por efecto del sitio (árbol), la profundidad y alturas dentro del árbol se plantó un diseño bifactorial en bloques.

Las diferencias entre localidades las hemos analizado a través de comparaciones ortogonales.

Para éstos análisis hemos utilizado los paquetes estadísticos y gráficos SPSS+, STATGRAPHICS y LOTUS 123, FREELANCE PLUS ejecutados en una microcomputadora modelo AT AMDEK.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Resultados

Cuadro 1. Características estadísticas de las variables estudiadas

Variable	Canales Verticales		Canales Horizontales	
	Diámetro μm	Núm./mm ²	Diámetro μm	Núm./mm ²
N	120	600	120	600
Suma	18127.5	198.00	4558.7	286. 0
Suma de Cuadrados	179811.9	176.40	6268.1	203.86
Media	151.1	0.33	38.0	0.48
Límites de Confianza	± 10.1	± 0.04	± 1.5	± 0.03
Varianza	3154.7	0.30	65.3	0.40
Desv. Standard	56.2	0.55	8.1	0.63
E.S. de la Media	5.1	.02	0.7	0.03
Mínimo	62.5	0.00	22.5	0.00
Máximo	300.0	3.00	55.0	3.00
Rango	237.5	3.00	32.5	3.00

Cuadro 2. Tablas de frecuencias para diámetro de canales verticales

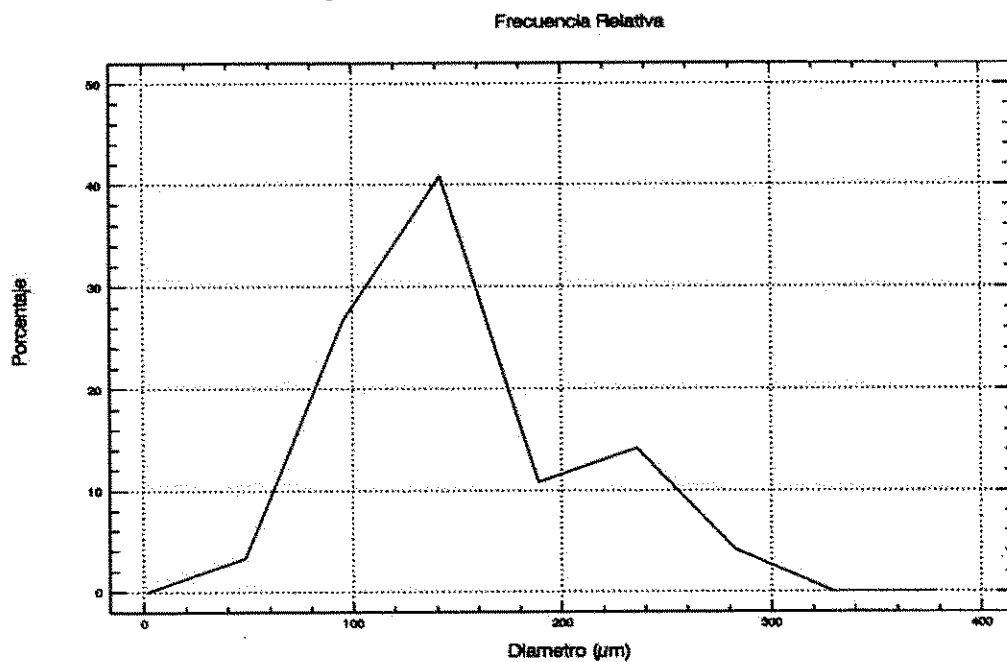
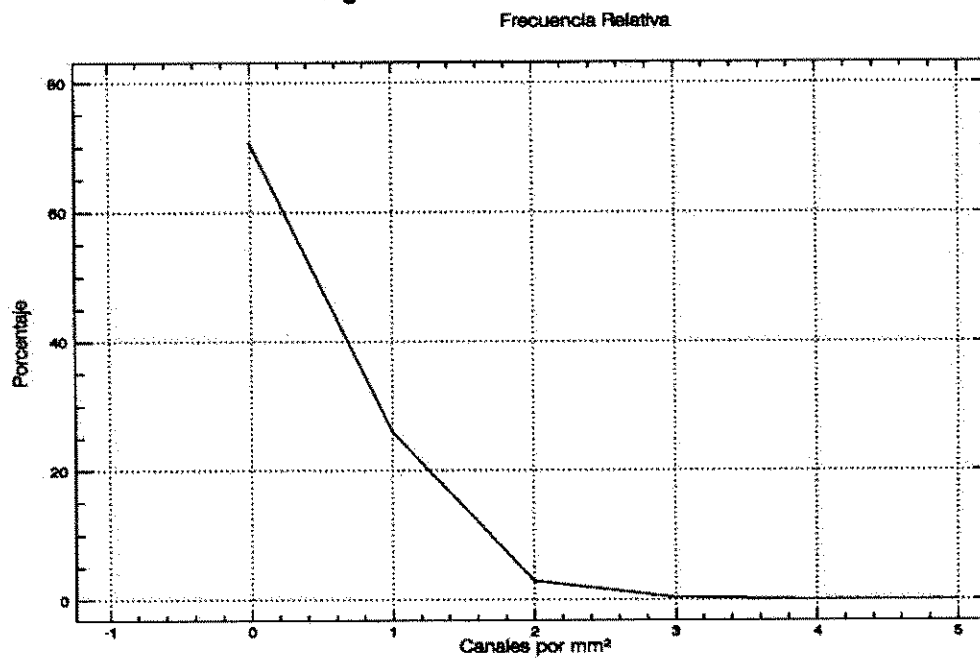
Clase	Limite Inferior	Limite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa
1	25.0	75.0	50.0	10	.08
2	75.0	125.0	100.0	42	.35
3	125.0	175.0	150.0	39	.32
4	175.0	225.0	200.0	9	.08
5	225.0	275.0	250.0	18	.15
6	275.0	325.0	300.0	2	.02

Media = 151.06 Desviación Standard = 56.17 Mediana = 137.5

Cuadro 3. Tablas de frecuencias para número de canales verticales

Clase	Limite Inferior	Limite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa
1	-.5	.5	.0	424	.71
2	.5	1.5	1.0	156	.26
3	1.5	2.5	2.0	18	.03
4	2.5	3.5	3.0	2	.003

Media = 0.33 Desviación Standard = 0.55 Mediana = 0

Fig. 1 DIAMETRO DE CANALES VERTICALES**Fig. 2 NUMERO DE CANALES VERTICALES**

Cuadro 4. Tablas de frecuencias para diámetro de canales horizontales

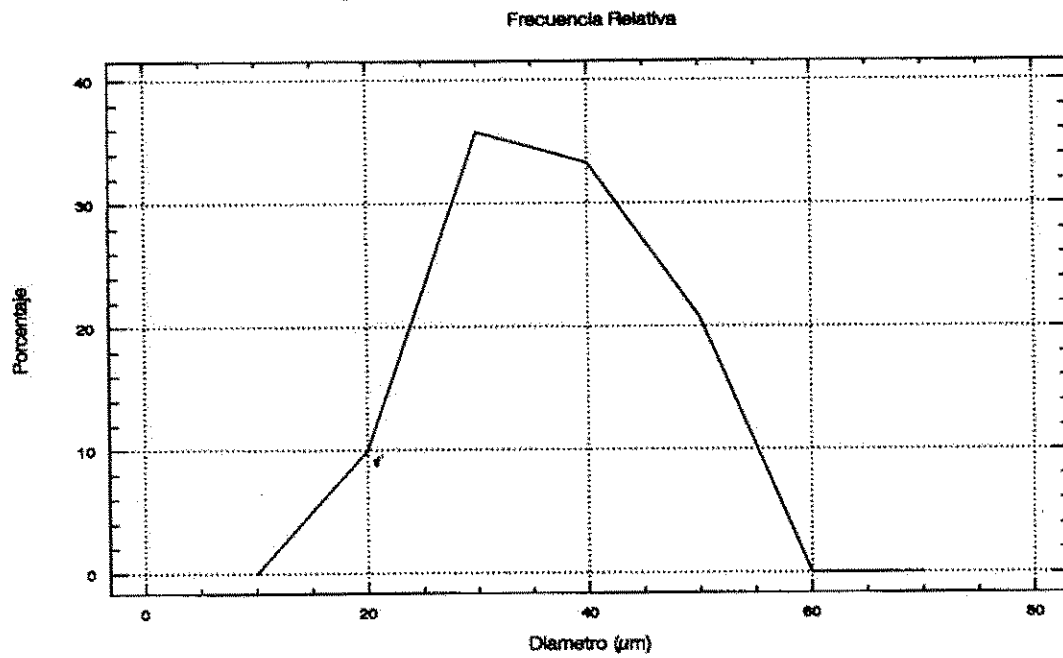
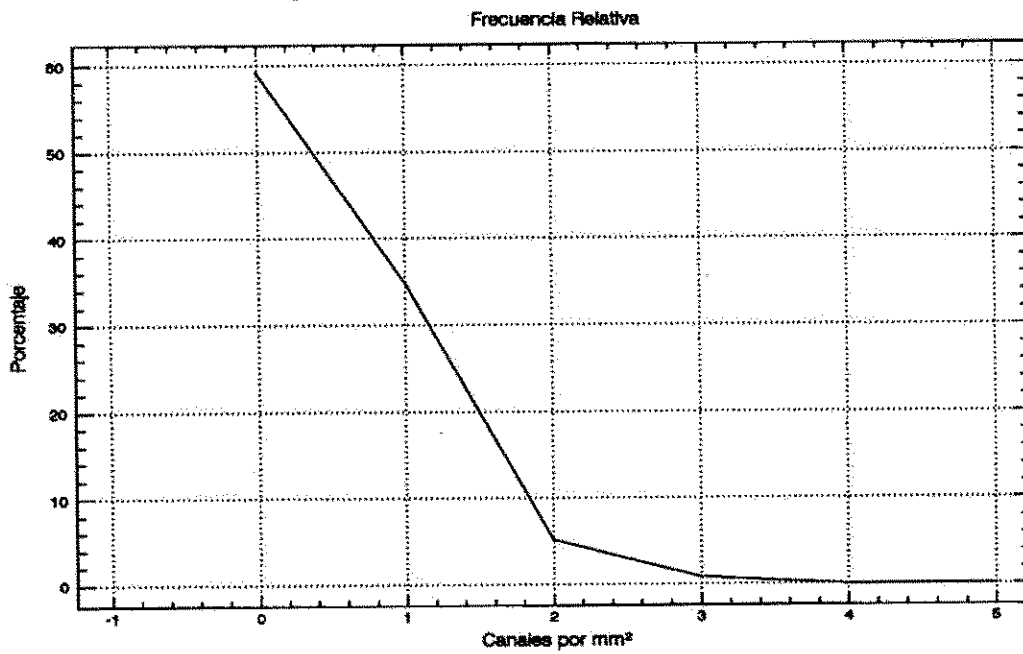
Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa
1	5.0	15.0	10.0	0	.00
2	15.0	25.0	20.0	12	.10
3	25.0	35.0	30.0	43	.36
4	35.0	45.0	40.0	40	.33
5	45.0	55.0	50.0	25	.21

Media = 37.99 Desviación Standard = 8.08 Mediana = 37.5

Cuadro 5. Tablas de frecuencias para número de canales horizontales

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa
1	-.5	.5	.0	355	.59
2	.5	1.5	1.0	209	.35
3	1.5	2.5	2.0	31	.05
4	2.5	3.5	3.0	5	.01

Media = 0.48 Desviación Standard = 0.64 Mediana = 0

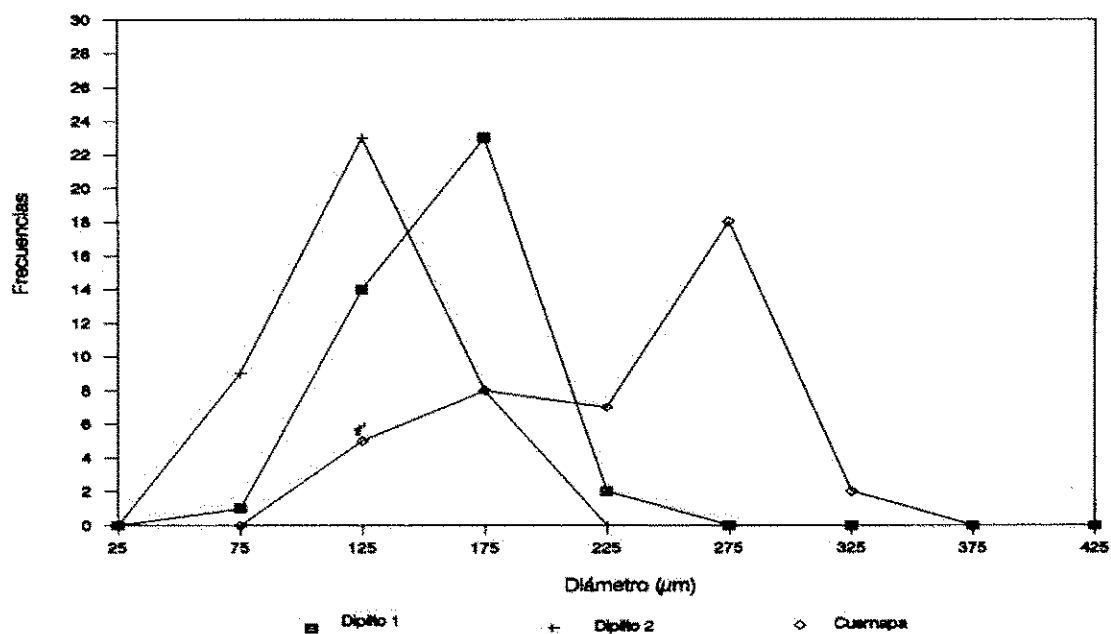
Fig. 3 DIAMETRO DE CANALES HORIZONTALES**Fig. 4 NUMERO DE CANALES HORIZONTALES**

Cuadro 6. Estadísticos por árbol para las cuatro variables estudiadas

CANALES VERTICALES		Suma	Media	Desviación Standard	Intervalo de Conf.	N
DIAMETRO (μm)						
	DIPILTO1	5605.00	140.12	27.78	8.87	40
	DIPILTO2	4320.00	108.00	29.83	9.52	40
	CUSMAPA	8202.50	205.06	54.30	17.34	40
NUMERO (canales/ mm^2)						
	DIPILTO1	89.00	.44	.65	0.09	200
	DIPILTO2	60.00	.30	.52	0.07	200
	CUSMAPA	49.00	.24	.43	0.06	200
CANALES HORIZONTALES						
DIAMETRO (μm)						
	DIPILTO1	1447.50	36.19	7.84	2.51	40
	DIPILTO2	1393.70	34.84	6.64	2.12	40
	CUSMAPA	1717.50	42.94	7.42	2.36	40
NUMERO (canales/ mm^2)						
	DIPILTO1	166.00	.83	.74	0.10	200
	DIPILTO2	66.00	.33	.51	0.07	200
	CUSMAPA	54.00	.27	.46	0.06	200

Fig. 5 DIAMETRO DE CANALES VERTICALES

Distribución por Arbol

**Fig. 6 NUMERO DE CANALES VERTICALES**

Distribución por Arbol

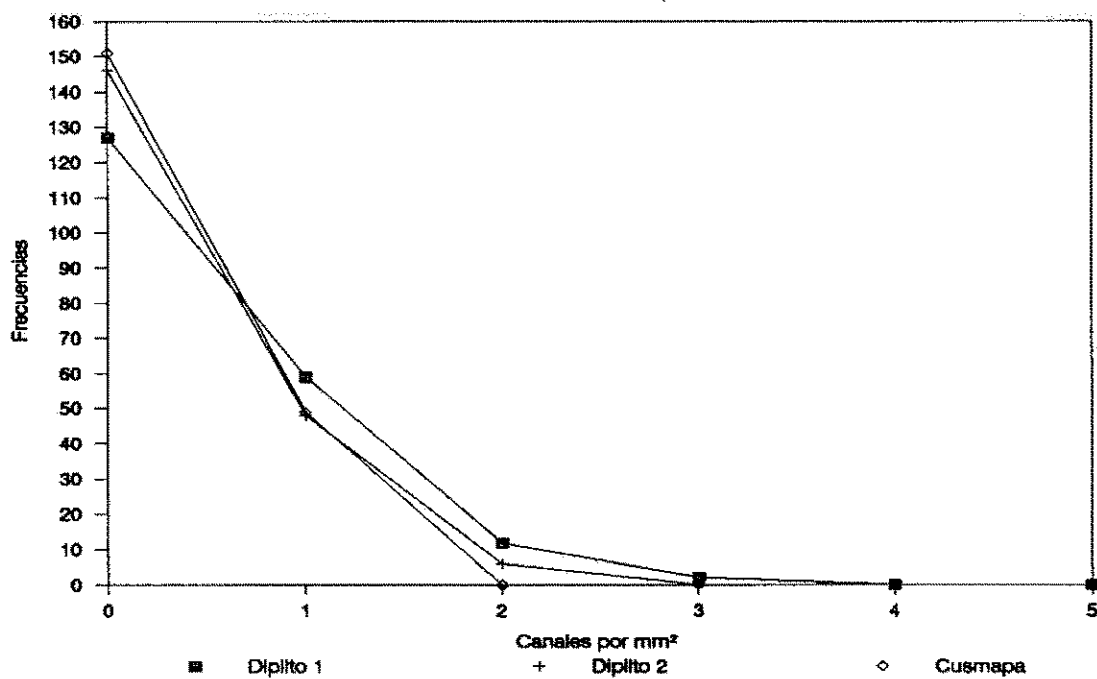


Fig. 7 DIAMETRO DE CANALES HORIZONTALES
Distribución por Arbol

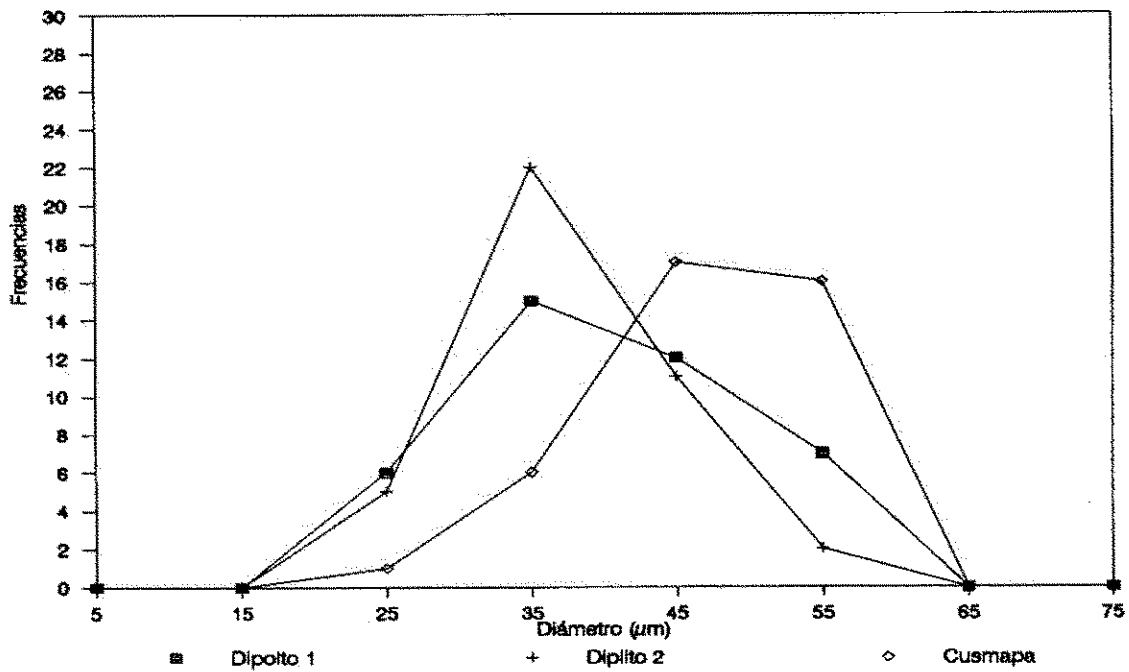
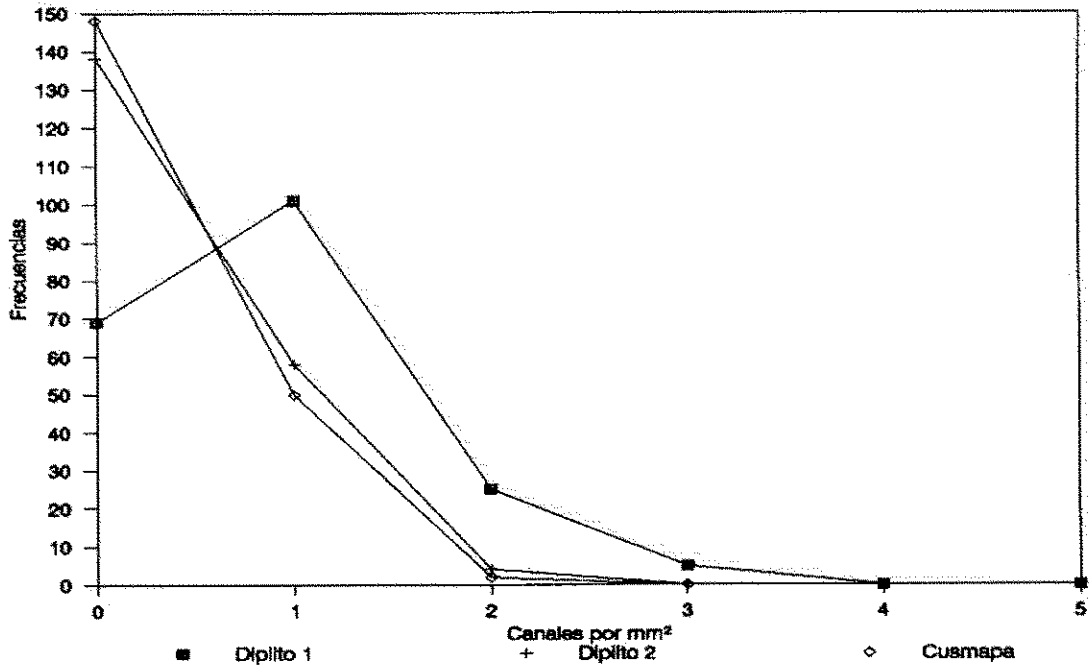


Fig. 8 NUMERO DE CANALES HORIZONTALES
Distribución por Arbol



Cuadro 7. Promedios por altura y por profundidad para cada variable estudiada

	CANALES VERTICALES				CANALES HORIZONTALES			
	Diámetro		Número		Diámetro		Número	
ALTURA (m)	1.3	3.3	1.3	3.3	1.3	3.3	1.3	3.3
	149.77	152.35	.31	.35	38.46	37.52	.46	.49
PROFUNDIDAD	Centro	Perif.	Centro	Perif.	Centro	Perif.	Centro	Perif.
	169.17	132.96	.36	.30	38.96	37.02	.48	.47
N	60	60	300	300	60	60	300	300

Fig. 9 DIAMETRO DE CANALES VERTICALES
Distribución por altura

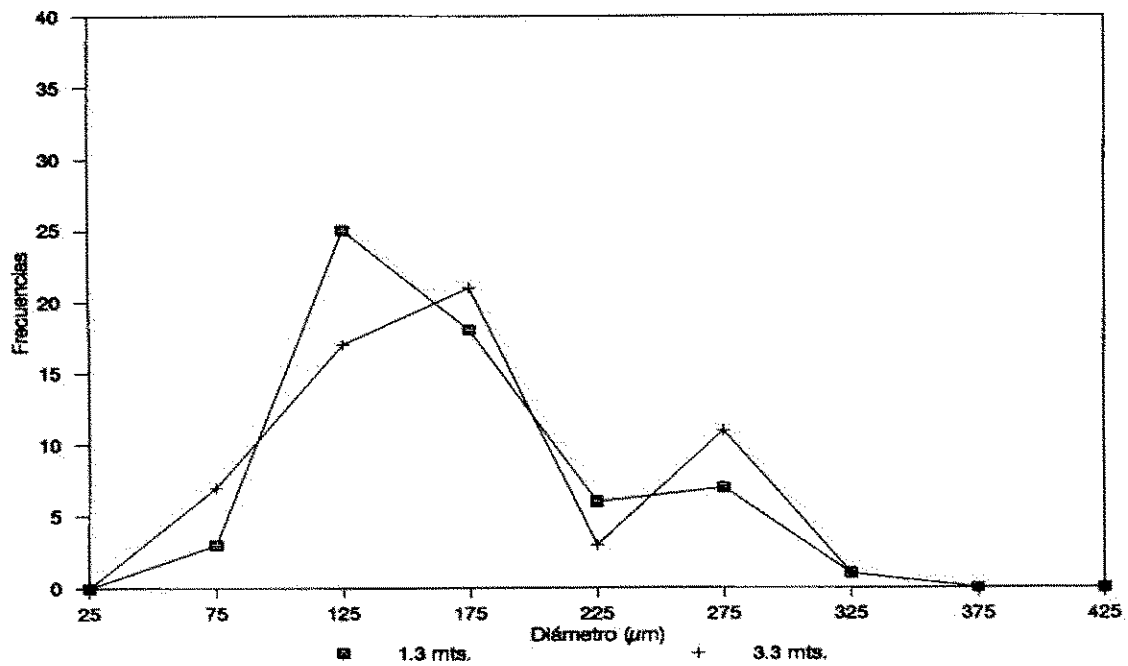


Fig. 10 NUMERO DE CANALES VERTICALES
Distribución por altura

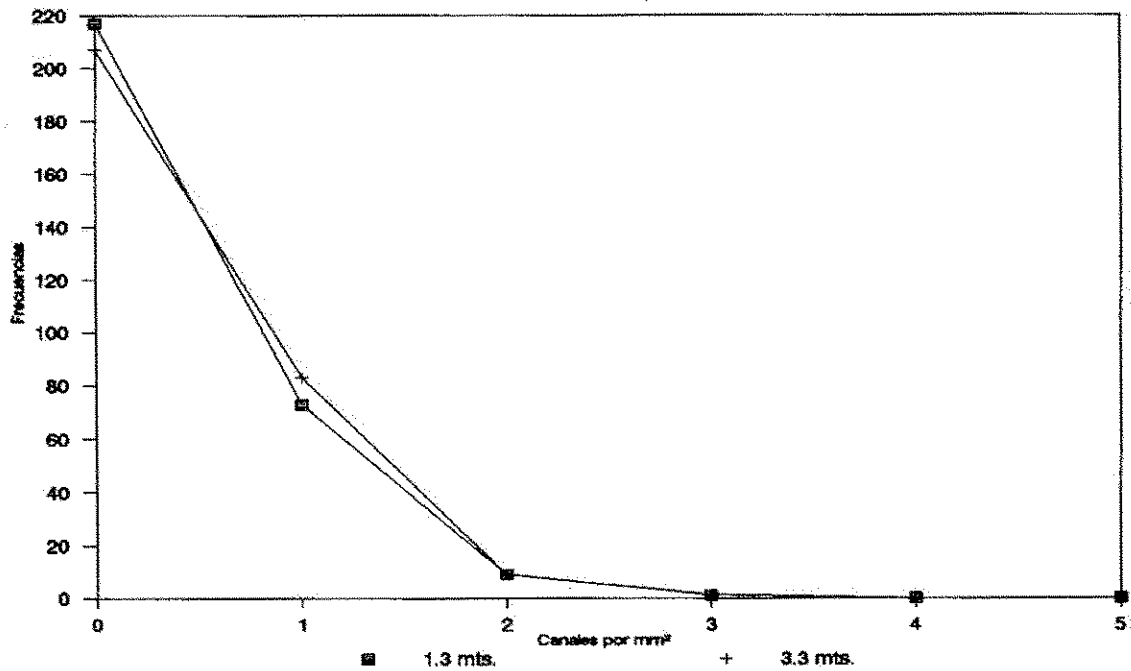


Fig. 11 DIAMETRO DE CANALES HORIZONTALES
Distribución por altura

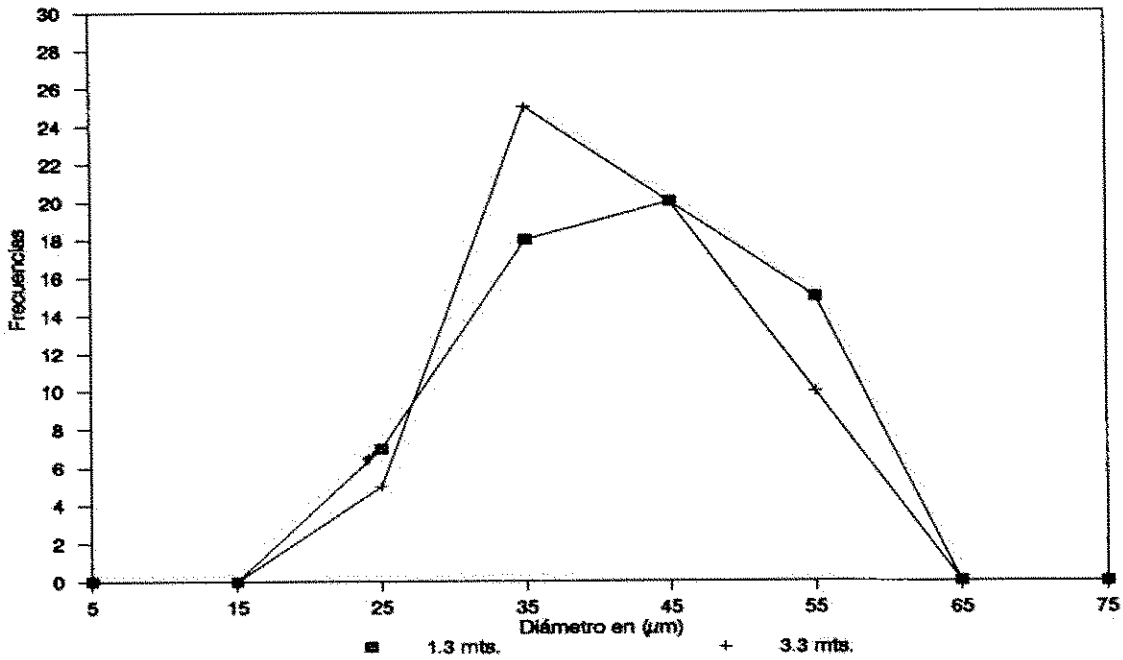


Fig. 12 NUMERO DE CANALES HORIZONTALES
Distribución por Altura

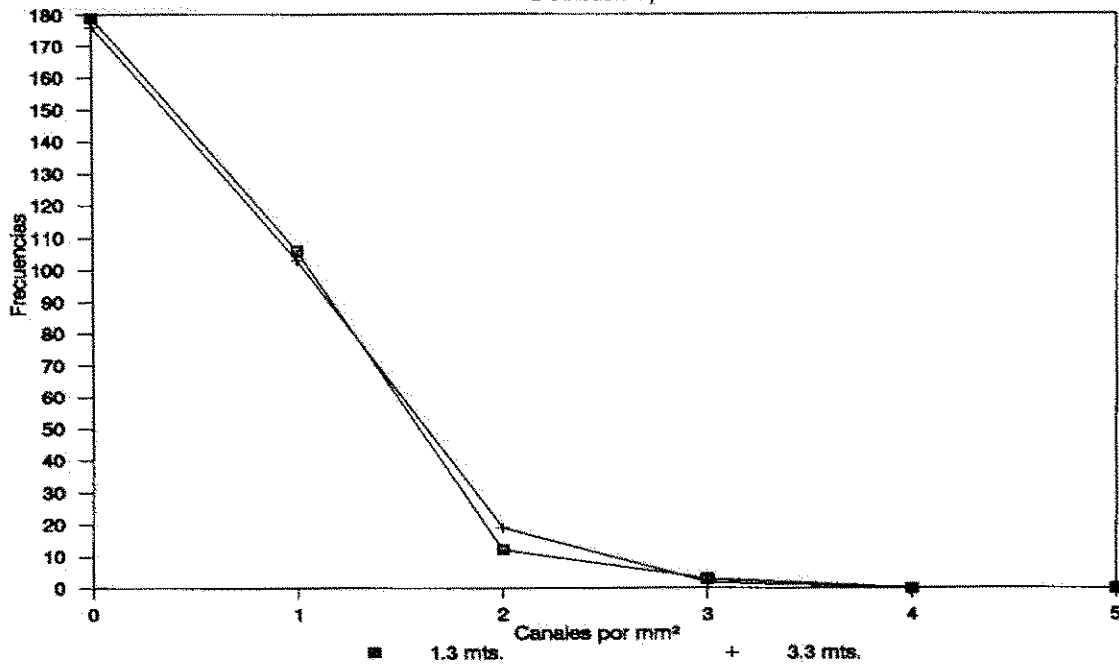


Fig. 13 DIAMETRO DE CANALES VERTICALES
Distribución por profundidad

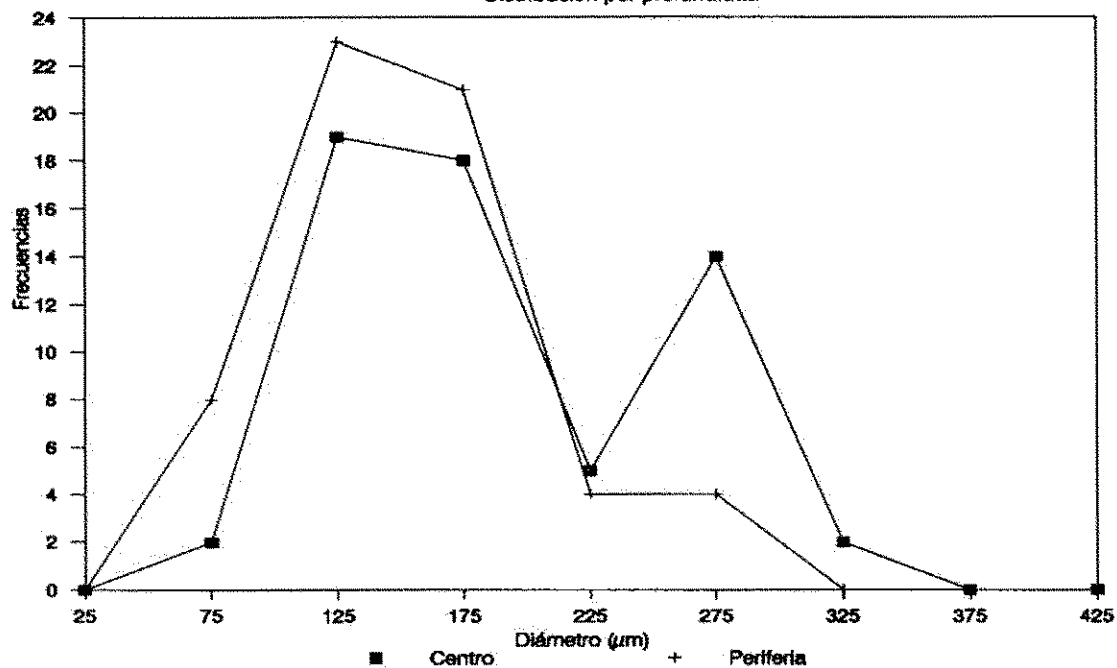


Fig. 14 NUMERO DE CANALES VERTICALES
Distribución por profundidad

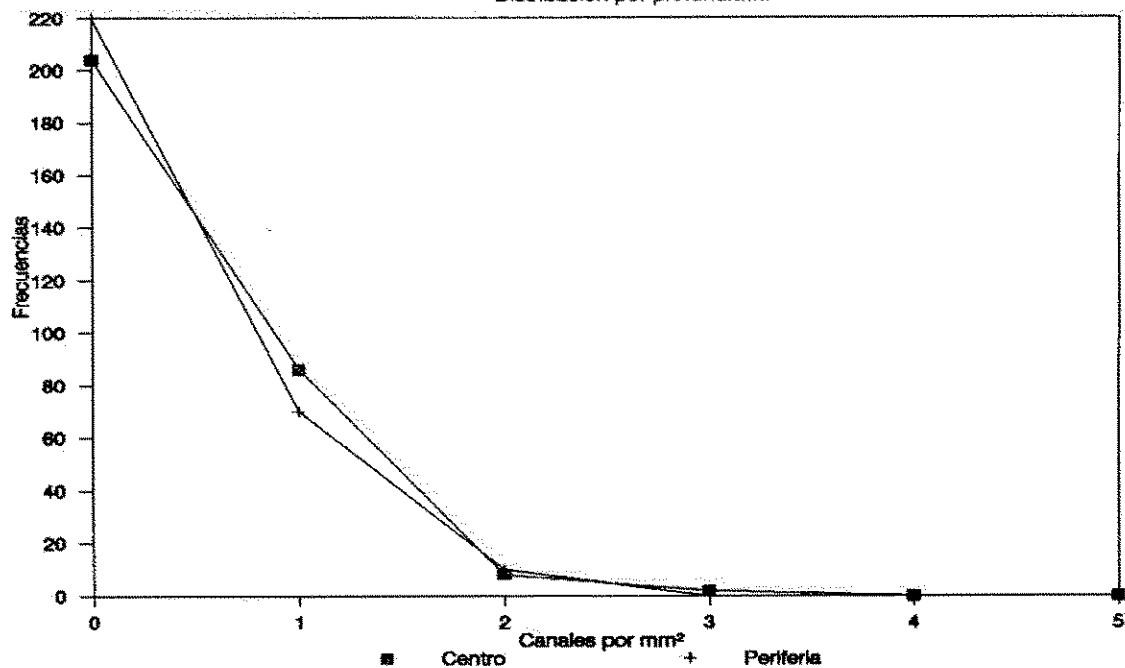


Fig. 15 DIAMETRO DE CANALES HORIZONTALES
Distribución por profundidad

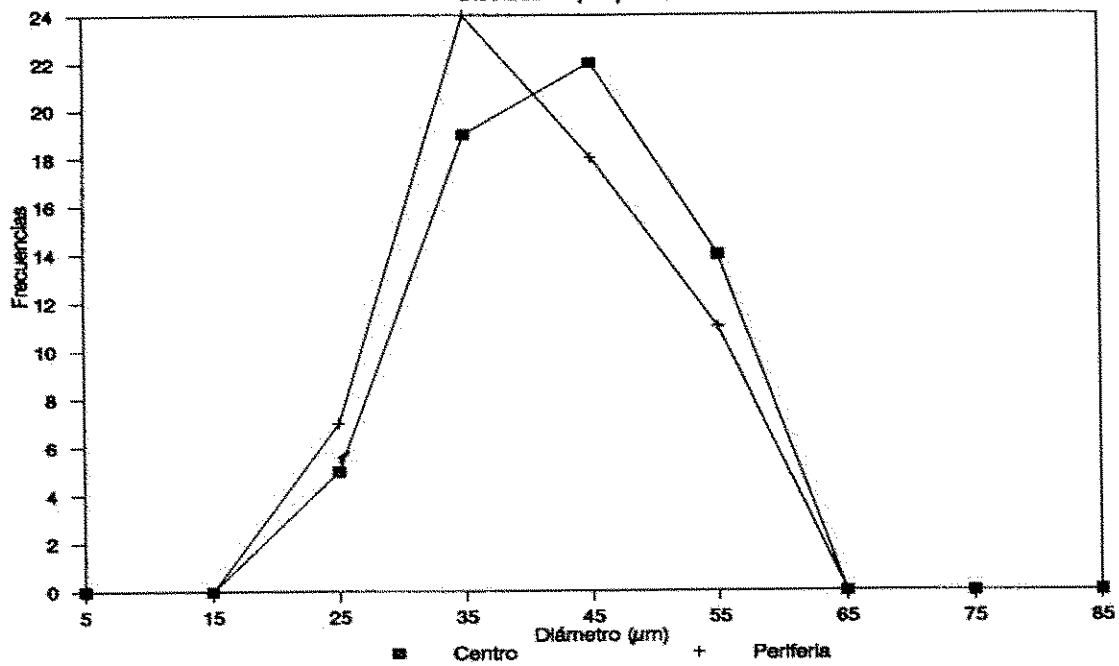
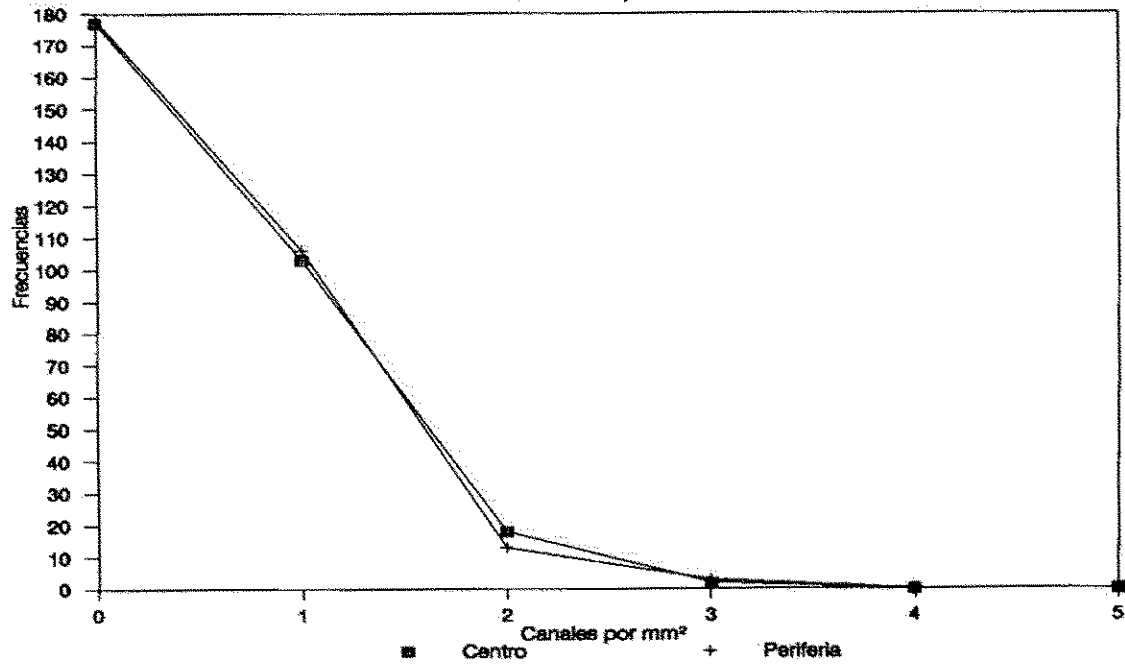


Fig. 16 NUMERO DE CANALES HORIZONTALES
Distribución por Profundidad



Cuadro 8. Análisis de varianza diámetro de canales verticales

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	F _t	Sign.
ARBOL	195600.31	2	97800.16	80.18	3.07	*
ALTURA	200.47	1	200.47	.16	3.92	n.s.
PROF	39338.54	1	39338.54	32.25	3.92	*
ERROR	140272.98	115	1219.76			
Total	375412.30	119	3154.73			

Cuadro 9. Análisis de varianza número de canales verticales

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	F _t	Sign.
ARBOL	4.27	2	2.14	7.23	3.02	*
ALTURA	.17	1	.17	.56	3.86	n.s.
PROF	.54	1	.54	1.83	3.86	n.s.
ERROR	175.68	595	.29			
Total	180.66	599	.30			

CUADRO 10. Análisis de varianza diámetro de canales horizontales

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	F _t	Sign.
ARBOL	1505.34	2	752.67	14.12	3.07	*
ALTURA	26.41	1	26.41	.50	3.92	n.s.
PROF	112.71	1	112.71	2.12	3.92	n.s.
ERROR	6129.01	115	53.30			
Total	7773.48	119	65.32			

Cuadro 11. Análisis de varianza número de canales horizontales

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	F _t	Sign.
ARBOL	37.81	2	18.91	55.22	3.02	*
ALTURA	.11	1	.11	.31	3.86	n.s.
PROF	.03	1	.03	.08	3.86	n.s.
ERROR	203.73	595	.34			
Total	241.67	599	.40			

Cuadro 12. Comparaciones Ortogonales

	DCV	NCV	DCH	NCH
Dipilto1	5602.5	90	1447.6	166
Dipilto2	4320.0	60	1393.6	66
Cusmapa	8202.4	50	1717.6	54
	40	200	40	200
CME	1219.8	0.29	53.3	0.34

COMPARACION	TRATAMIENTO			SUMA
	T1	T2	T3	
1. Dipilto vs. Cusmapa	1	1	-2	0
2. Dipilto1 vs. Dipilto2	1	-1	0	0
Total	2	0	-2	0

	DCV	NCV	DCH	NCH
Comparacion 1				
Q =	- 6479.6	50	-594	124
SCQ =	174938.4	2.08	1470.15	12.81
F _c =	143.42	6.88	27.58	37.46
F _t =	3.94	3.86	3.94	3.86
Sig =	*	*	*	*

Comparacion 2

Q =	1285.20	30	54	100
SCQ =	20646.74	2.25	36.45	25.0
F _c =	16.93	7.63	0.68	73.10
F _t =	3.94	3.86	3.94	3.86
Sig =	*	*	N.S.	*

2. DISCUSION

2.1 La variabilidad en las especies forestales

La variabilidad en las características de las especies arbóreas se debe a la necesidad de adaptarse a diferentes condiciones microambientales, esto las ha hecho capaces de crecer en un amplio rango de condiciones bióticas. Las variaciones que se observan en una especie van desde variaciones geográficas, variaciones climáticas, de sitio, entre árboles de un mismo sitio y hasta variaciones dentro de un mismo árbol. Esta variabilidad se presenta como manifiesta Burley (1982) tanto en las propiedades anatómicas y morfológicas de los árboles, y la mayoría de las características parecen estar bajo control poligénico con grado variable de afectación por efectos ambientales.

Según Hocker (1984), para una gran cantidad de especies, los árboles individuales dentro de éstas exhiben características anatómicas, morfológicas y fisiológicas diferentes que, desde un punto de vista taxonómico no proveen una variación suficiente para separarlos en razas, pero que, para una gran cantidad de especies, los caracteres como la forma del tronco, el hábito de enramamiento, el hábito de enraizamiento y el crecimiento en altura y diámetro no tienen un fuerte control genético ya que son modificados por cambios en el medio ambiente.

Burley (1982) sostiene que las características de la madera son muy conservadoras y que son más fácilmente modificadas ambientalmente que genéticamente.

En el caso de las coníferas Fahn y Zamski (1970) piensan que la formación de los conductos resiníferos está menos controlada por factores externos en el género *Pinus* que en *Picea* y *Pseudotsuga*.

Zamski (1972) opina que las características genéticas son el factor de mayor importancia que influye en el nivel de producción resinífera y que este puede ser promovido o suprimido por las condiciones microclimáticas. En cambio, Kramer y Kozlowski (1979) aseveran que la producción resinífera varía no solo entre especies, sino que también entre árboles de la misma especie; que en el caso del pino slash la cantidad de flujo resinífero está controlado por el número y tamaño de los canales resiníferos, la presión y viscosidad de exudación de la resina.

Para Hocker (1984) que estudió el pino de pantano afirma que definitivamente la producción de resina, es una función combinada del complemento genético y del medio ambiente; él observó en esta especie que los árboles caracterizados por ser altos productores de oleoresina, varían en la cantidad que producen por efecto del suelo, el clima y otras diferencias medio ambientales.

La variación en los rasgos genéticos de las características de las especies arbóreas que les permiten diferenciarse, se presenta en varias formas, o combinación de los siguientes tipos:

- Variación clinal.
- Variación ecotípica.
- Hibridación, con su variante la hibridación introgresiva muy frecuente en los pinares
- Poliploidía

La información sobre la variación genética y la heredabilidad es generalmente específica de una población, medio ambiente, tipo de manejo y carácter, así como la capacidad de herencia. Esta restricción hace ese conocimiento impráctico para generalizaciones en las especies forestales que crecen en condiciones naturales y aún en plantaciones por la dificultad de controlar todos los factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo de los árboles y los largos períodos necesarios para obtener los resultados.

En el caso de *Pinus oocarpa Schiede*, objeto de este estudio se ha afirmado y observado en las localidades estudiadas, amplios rangos de variación en sus características fenotípicas y de producción resinífera. También los habitantes de estas localidades caracterizan los árboles en varios tipos.

2.2 Canales Verticales.

Se encontró que para la especie estudiada el diámetro medio varía entre 141 a 161.2 micrómetros y el número de éstos por mm^2 está entre 0.29 a 0.37 canales por mm^2 . (Ver cuadro 1).

Las mayores frecuencias diamétricas están entre 90 a 140 micrómetros y el número de canales el 70% se encuentra entre 0 y 0.5 canales por mm^2 . (Ver cuadro 2 y 3 y Figuras 1 y 2). Se observa que éstas características de los canales son bastante variables pero se cree que es una variación normal comparándola con los diámetros de los canales verticales en *P. lambertiana* en bosque natural de zona templada con

promedios entre 175 a 225 micrómetros y diámetros máximos mayores de 300 micrómetros según Panshin (1970) y De Zeeuw, de *Pinus oocarpa* en México con un rango de 226.63 a 253.90 según Guatemala (c.p.), o en plantaciones de *P. caribaea* var. *caribaea* con media desde 78.75 a 147.87 micrómetros, o *P. tropicalis* Morelet con media entre 82.94 a 153.26 micrómetros de acuerdo a Carrera (s.e.).

En cuanto al número de canales por mm^2 (ver cuadro 1) se observa que existe un promedio menor comparándolo con *P. oocarpa* var. *ochoterenai* Martinez de Mexico que posee la media igual a 3, Guatemala (c.p.) también en México para *Pinus oocarpa* encontró un rango de canales por mm^2 de 0.35 a 0.39 muy parecido al nuestro, y *P. caribaea* var. *caribaea* es de .88 a 1.16 canales por mm^2 .

En el análisis de éstos parámetros por árbol se observa que para el diámetro de los canales verticales la única media que está dentro del rango global es la del árbol Dipilto1 siendo mayor en un 30% del árbol Dipilto2 y menor en un 46% respecto del árbol Cusmapa (ver cuadro 6). El mismo fenómeno se observa para el número de canales por mm^2 siendo el árbol Dipilto2 el que tiene su media dentro del rango de la media poblacional. El número de canales por mm^2 para el árbol Dipilto1 es el 48% mayor respecto del árbol Dipilto2 y la media para el árbol Cusmapa es menor en un 18% del valor de Dipilto1. Se distingue que el árbol Cusmapa tiene el menor número de canales y el de mayor diámetro medio.

Tanto Carreras (1983) como Stephan (1967) no reconocen una relación determinada entre el número de canales y la localidad aunque se ha observado variación entre árboles de diferentes sitios; pero Carreras (1983) sí comprobó que árboles

altamente productores tienen diámetros hasta un 50% mayores que los bajos productores. En el presente estudio el árbol de Cusmapa tiene los mayores diámetros y se comprobó que en esa localidad los árboles presentaban un mayor rendimiento resinífero de 1.15 Kg por árbol (Apéndice 5).

Carreras (1983) afirma que bajo condiciones climáticas extremas no se diferencian los diámetros promedios de otros en condiciones más favorables, esto hace creer que la variación en los diámetros es natural, en cambio, Panshin y De Zeeuw (1970) opina que la variación en diámetro de los canales está influida por la edad y la tasa de crecimiento, también Zamski (1972) observó que la transición entre madera temprana y madera tardía puede estar influida por la longitud del día y como consecuencia sugiere que la formación de los canales resiníferos verticales puede ser influida por condiciones externas.

Se observa que hay aumento del diámetro respecto a la altura y también aumento en el número de éstos, estas diferencias son muy pequeñas numéricamente (Ver cuadro 7 y gráficos 9 y 10).

Respecto a la profundidad los canales verticales tienden a disminuir en diámetro desde el centro del árbol hacia la periferia, al mismo tiempo disminuyen en número (ver cuadro 7 y gráficos 13 y 14). La disminución en diámetro es alta no así en el número. Según Carreras (1983) afirma que los canales verticales a diferentes alturas de un mismo tronco permanecen iguales, confirmando los presentes resultados, también afirma que los canales verticales disminuyen en número y aumentan en diámetro de la médula a la periferia lo cual discrepa con los resultados obtenidos en cuanto al

comportamiento del diámetro de los canales verticales.

En el análisis de varianza se evidencia que tanto para el diámetro como para el número de canales verticales el mayor efecto se debió a los árboles. (ver cuadro 8). También la profundidad influyó en el diámetro de los canales, esto era de esperarse debido a que el crecimiento en diámetro de los árboles está muy influenciado por las condiciones ambientales en que se desarrolla.

En las comparaciones ortogonales se observa los mismos resultados del análisis de varianza teniendo que las diferencias por sitios y por localidad son significativos (ver cuadro 12).

2.3 Canales horizontales.

Para los canales horizontales se ha encontrado una media que varía entre 36.53 y 39.45 micrómetros con un número por mm^2 entre 0.45 y 0.51 (ver cuadro 1). El 70% de las frecuencias diamétricas están entre 25 y 45 micrómetros y el número de canales se encuentra entre 0 y 0.5 canales por mm^2 que constituyen el 59% de los datos (ver cuadro 4 y 5 y Figuras 3 y 4).

Comparando el rango de variación de la media diamétrica de estos canales con la del *P. caribaea* var. *caribaea* Morelet en Cuba de 31.0 a 52.9 micrómetros según Carreras (1990); es muy pequeña para esta especie. El rango de canales por mm^2 es 0.84 a 0.95.

Se nota que el diámetro medio de los canales horizontales para el árbol

Cusmapa es el mayor al igual que para los canales verticales y el menor el del árbol Dipilto2. El Dipilto1 es menor un 4% que el Dipilto2 y este menor un 18% que el de Cusmapa (ver cuadro 6 y Fig. 7).

Con el número de canales horizontales sucede lo contrario, el árbol Dipilto1 presenta el mayor número de canales mientras que el de Cusmapa tiene el menor número. El Dipilto1 es 151% mayor que Dipilto2 y este a su vez es 18% mayor que el de Cusmapa (ver cuadro 6 y Figura 8). Plumptre (1984) concuerda con Panshin (1970) en que las variaciones en diámetro dependen de la edad del árbol y la tasa de crecimiento pero opina que también afecta la frecuencia de los canales.

Vemos que los canales horizontales disminuyen ligeramente en diámetro a mayor altura dentro del árbol y aumentan en número (ver cuadro 7 y figuras 11 y 12). En cuanto a la profundidad dentro del árbol disminuyen ligeramente el diámetro del centro a la periferia, lo mismo ocurre con el número de canales (ver cuadro 7 y figuras 15 y 16). Esto concuerda con la observación hecha por Carreras (1983) de que los canales horizontales no sufren variaciones significativas en diámetro ni en número de la médula hacia la periferia, en cambio Esau (1976) considera que el tamaño de los canales horizontales y su número se hace menor con el aumento de la edad del árbol y finalmente se estabilizan.

En el análisis de varianza se ve que el factor que presenta mayor variabilidad es el árbol (sitio) (ver Cuadro 10 y 11). Esto se confirma en las comparaciones ortogonales en donde se evidencia la influencia de la localidad y el sitio, con excepción del diámetro de los canales verticales sobre la variabilidad de los

parámetros (Cuadro 12).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

1. Los parámetros estudiados tienen como media los siguientes valores:

Diámetro de canales verticales (μm)	151.10 ± 10.10
--	--------------------

Número de canales verticales (canales/ mm^2)	0.33 ± 0.04
--	-----------------

Diámetro de canales horizontales (μm)	37.99 ± 1.46
--	------------------

Número de canales horizontales (canales/ mm^2)	0.48 ± 0.03
--	-----------------

2. El parámetro más variable de los cuatro es el diámetro de los canales verticales.

3. El factor de mayor efecto sobre la variabilidad es el sitio en que crece el árbol.

4. Las causas que ocasionan la variabilidad en el sitio son las condiciones particulares en que se desarrolla el árbol, es decir, el microclima.

5. Existe una combinación de variación clinal y variación de carácter ecotípico y por hibridación introgresiva en esta especie, que es necesario analizar más

a detalle.

6. Las características del sistema de canales resiníferos estudiados corresponden a una misma especie: *Pinus oocarpa Schiede*.

7. La variabilidad a diferentes alturas y profundidades es normal, a excepción del diámetro de los canales verticales que es afectado mayormente por la profundidad en que se encuentre dentro árbol que es resultado de las condiciones de crecimiento en que se desarrolle el árbol.

8. Los caracteres estudiados deben tener una capacidad de herencia, que se debe determinar su valor en estudios posteriores, bastante alta con la salvedad de que el diámetro de los canales verticales son muy susceptibles de variar por efecto de los factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo de los árboles.

2. Recomendaciones

1. Es necesario hacer un estudio más completo que tenga como objetivo la determinación del tipo de variación genética que está interviniendo en la variabilidad de los parámetros.
2. También hacer un estudio dirigido a determinar de manera más precisa la capacidad de herencia de los cuatro parámetros.
3. Utilizar un método que garantice la completa fijación de las células epiteliales para el estudio de los límites del componente genético de los parámetros, e incluir en el análisis el número de células epiteliales alrededor del canal.
4. Es necesario hacer este estudio con un mayor número de árboles y localidades.

V. BIBLIOGRAFIA

ANGYALOSSY A., V. 1984. Manual de técnicas de laboratorio en anatomía de madera. IPT Sao Paulo, Brasil. 40p.

BURLEY, J. 1982. Genetic variation in wood properties. Forestry Sciences. The Netherlands. Vol. p.151-163.,

CARRERAS, R. s.e. Estudio anatómico del sistema de canales resiníferos en *P. caribaea* y *P. tropicales*. Resumen de Anteproyecto y Resultados).

COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. 1972. Maderas. Selección y colección de muestras. COPANT. 458.

COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. 1974. Descripción macroscópica y microscópica y general de la madera. COPANT 30: 1-019.

ESAU, K. 1976. Anatomía Vegetal. Trad. Dr. José Pons Rosell. Cuba. Combinado Poligráfico Evelio R. Curbelo. 3ra. ed. 1986.

FAHN, A. y ZAMSKI, E. 1970. The influence of pressure, wind, wounding and growth

substances on the rate of resin duct formation in *P. halepensis* wood. Israel Journal of Botany. Israel. Volumen 21. pags. 429 - 446.

FAHN, A. 1974. Anatomía Vegetal. Trad.: García, F., Fernandez, J. y Feranadez P., J. Prim ed. española. España. H. Blume. 643 pp.

GRAY, Ph. D. P. 1975. Handbook of basis microtechnique. Ed. Lugar. Casa editora. 225 pp.

HOCKER, H. 1984. Introducción a la biología forestal. Prim. ed. en español. México. AGT. 447pp.

HOLDRIDGE, Dr. L.R. 1968. Mapa ecológico de Nicaragua. Clave de clasificación de vegetales del mundo. E.U. AID. Escala 1:1000000.

KRAMER, P. y KOZLOWSKI, T. 1979. Physiology of woody plants. New York. Academic Press.

PANSIN, A. y DE ZEEUW, C. 1970. Textbook of wood technology. 3ra. ed. E.U. Mc. Graw Hill. Vol I.

PLUMPTRE, R. 1984. *Pinus caribaea*. Wood properties. Inglaterra. CFI. Vol. 2 Forestry

Paper #17.

STEPHAN, G. 1967. Studies on the number of resin canals in pine (*Pinus sylvestris*). Arch. Forestry. 461-470 (For. Abs. 29.2).

ZAMSKI, E. 1972. Temperature and photoperiodic effects on xylem and vertical duct formation in *Pinus halepensis* Mill. Israel Journal of Botany . Israel. Vol 21. pp. 99-107.

ANEXO 1

Mapas de ubicación de Localidades y muestras

MAPA FORESTAL 42

Region 1(Nueva Segovia)

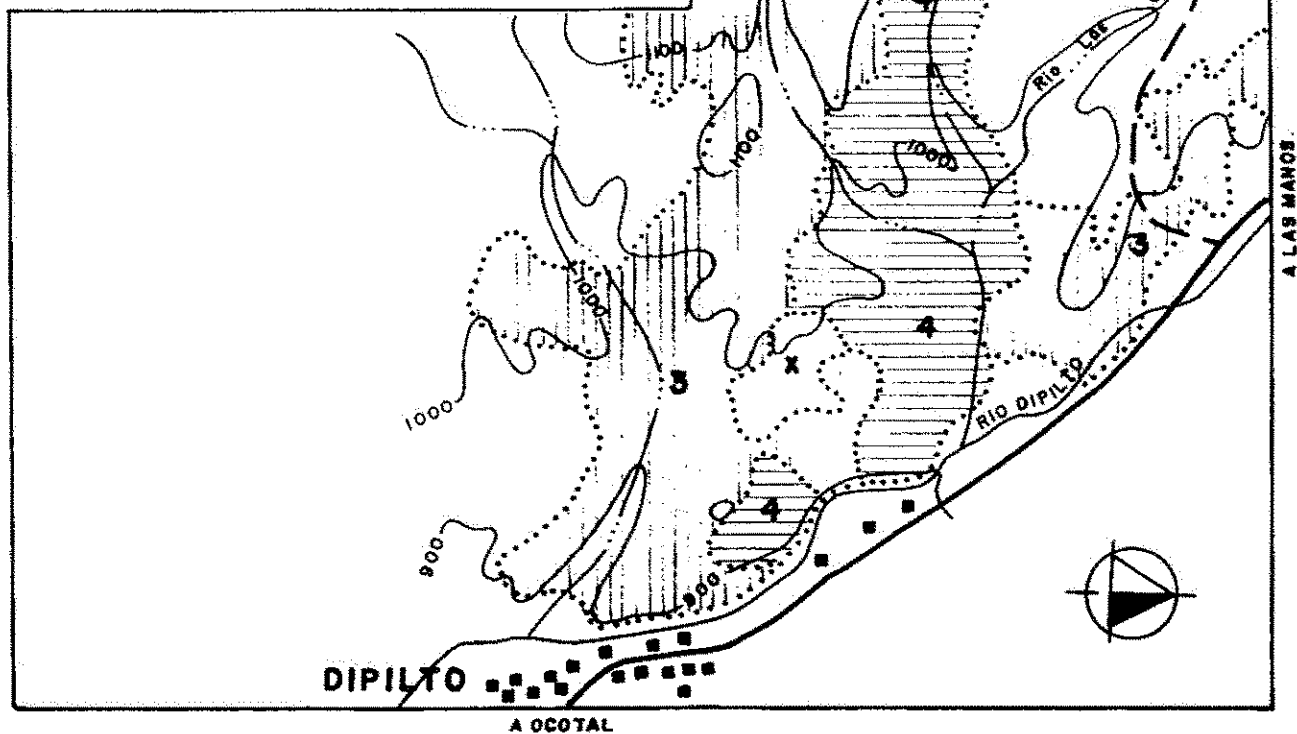
DIPILTO

simbologia:

Carretera Pavimentada	
Camino de todo tiempo	
Rios y quebradas	
Caseros y vivienda	
Curvas de nivel cada 100 mts.	
Levantamiento de muestra	

Estratos del Bosque de Pino.

	De muy poca densidad.
	De poca densidad.
	De densidad media.
	Denso.



MAPA FORESTAL

Region 1 (Matriz).

SAN JOSE DE CUSMAPA

43

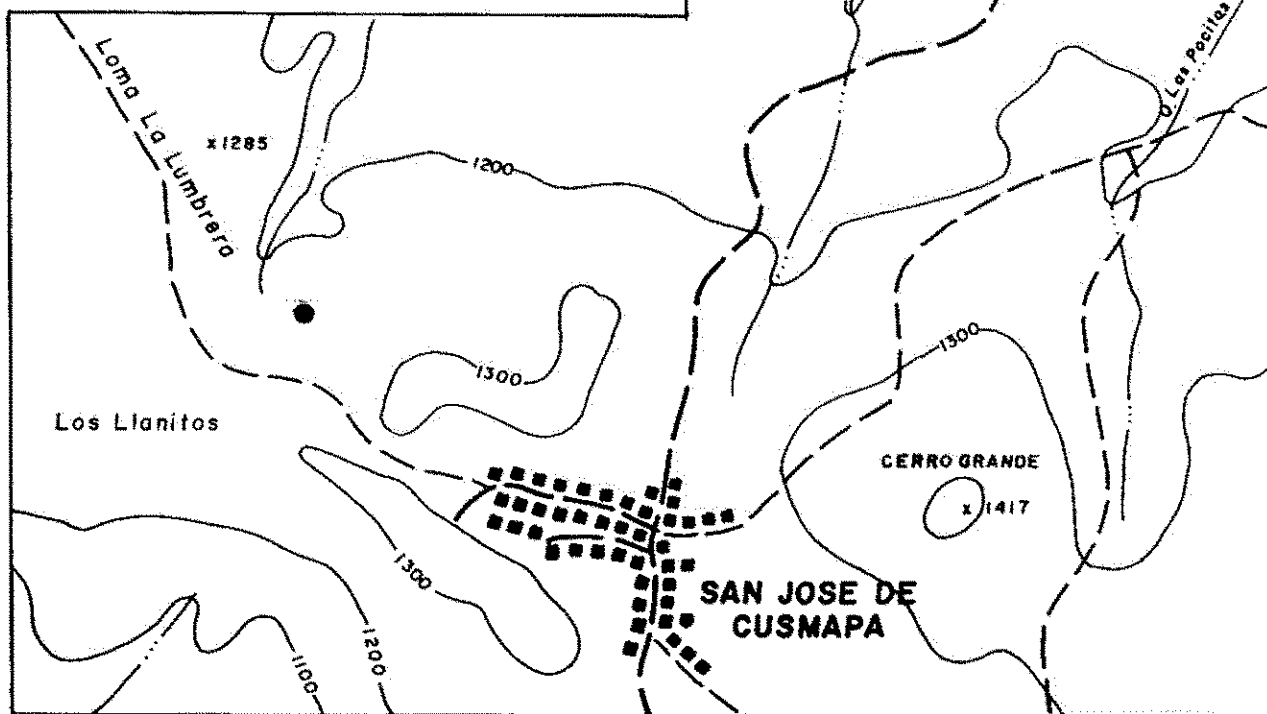
A SOMOTO 21 Km

simbologia:

Carretera de todo tiempo.....	— — — — —
Camino de verano.....	- - - - -
Rios y quebradas.....	~~~~~
Caseros y vivienda.....	■ ■ ■ ■ ■
Curvas de nivel cada 100 mts.....	— 200 —
Levantamiento de muestra.....	●

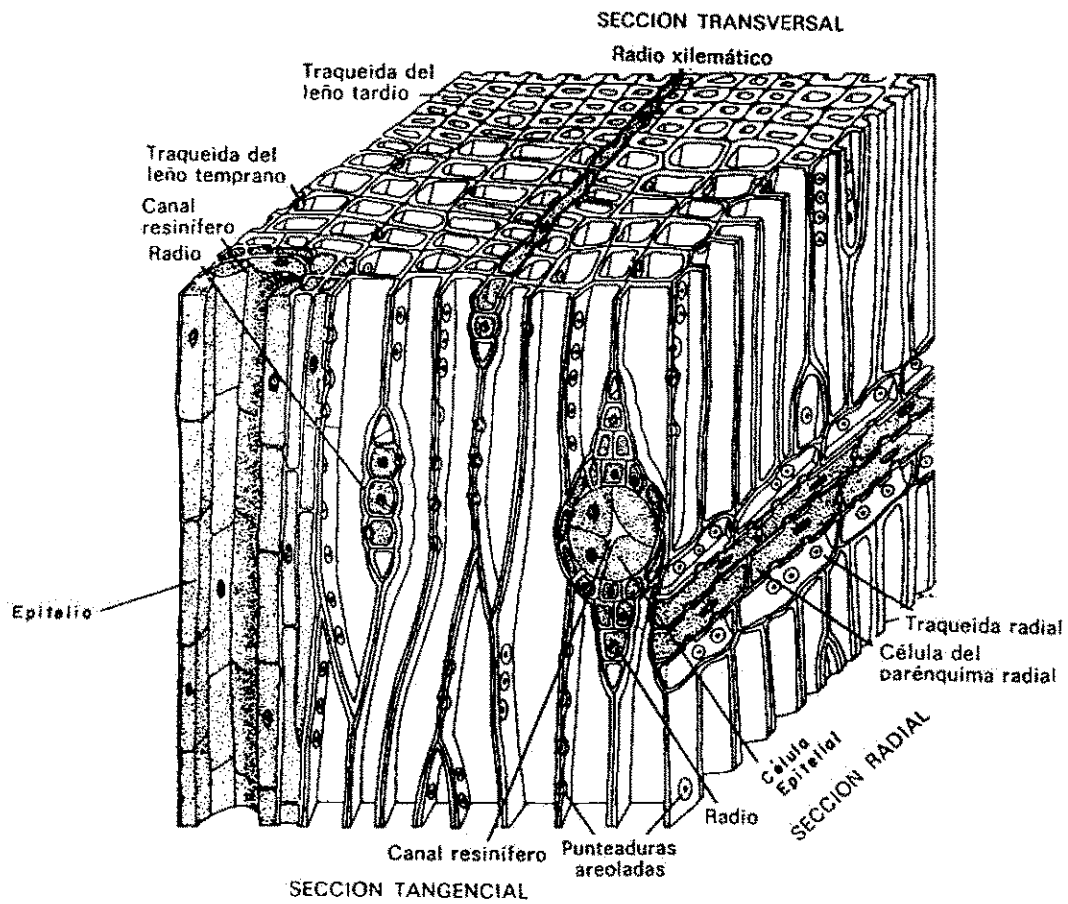
Estratos del Bosque de Pino.

1	De muy poca densidad.
2	De poca densidad.
3	De densidad media.
4	Denso.



ANEXO 2

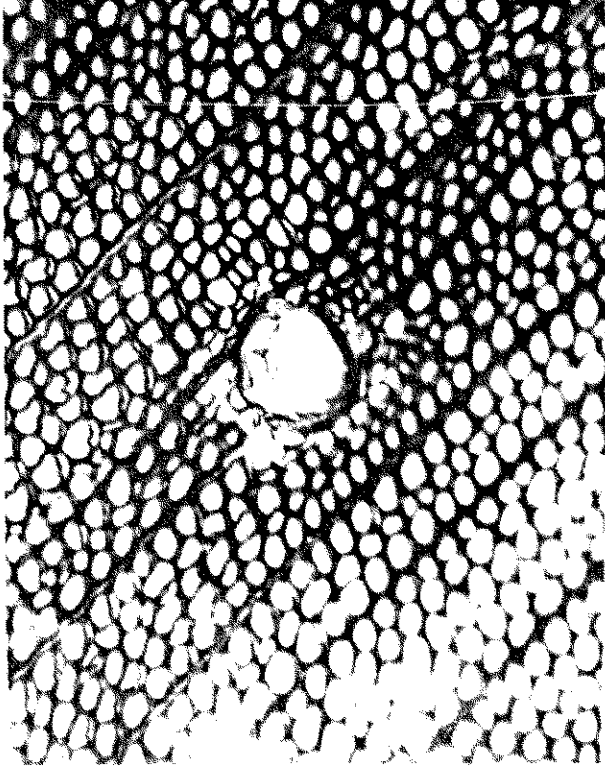
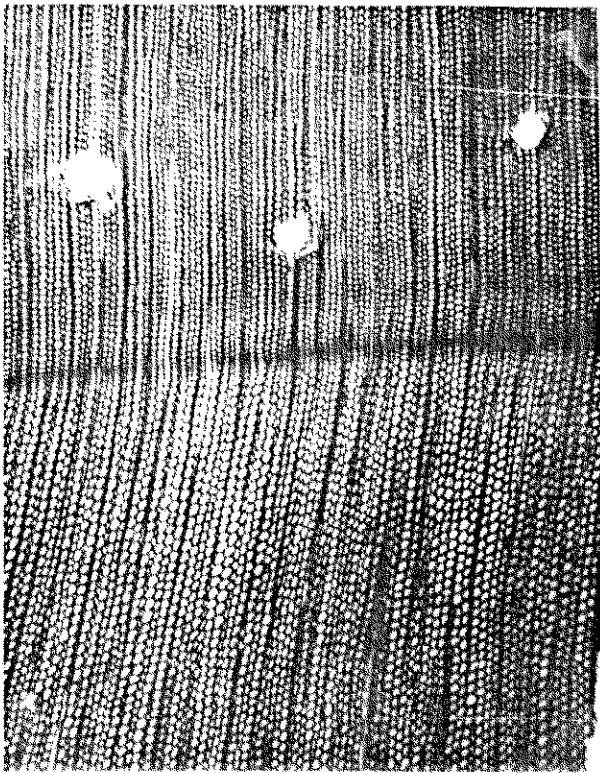
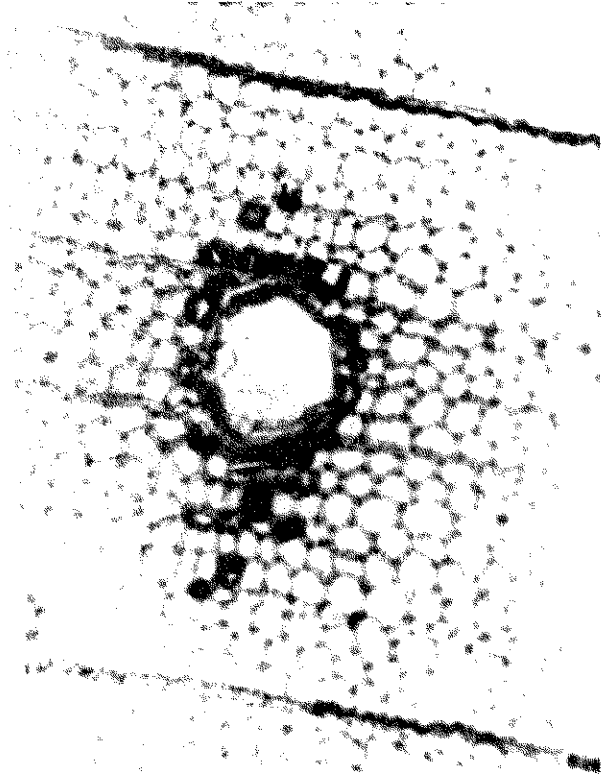
Estructura anatómica típica del xilema de un pino



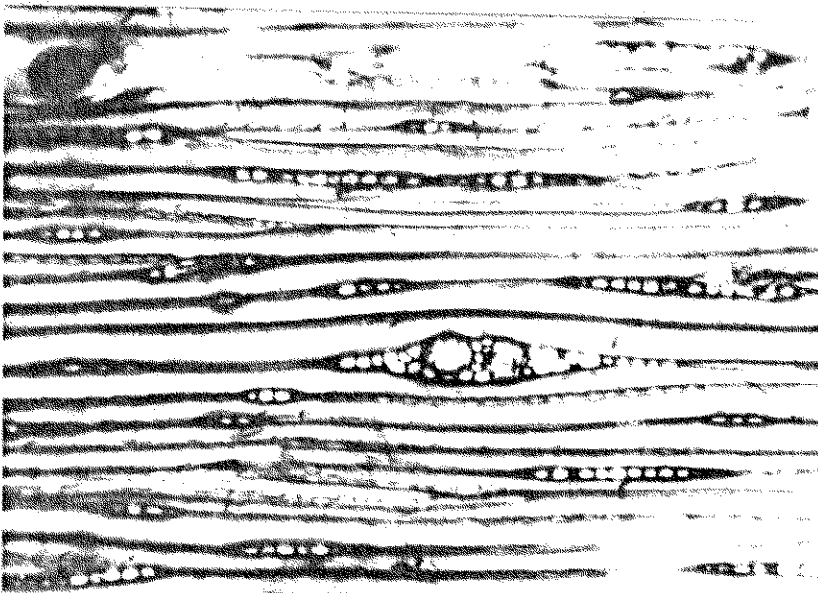
Estructura anatómica típica del xilema de un pino.

ANEXO 3

Microfotografías de Canales Verticales y Horizontales
de *Pinus oocarpa* Schiede



Canales verticales de *Pinus oocarpa* Schiede, 40x, 25x, 10x y 5x.



Canales horizontales de *Pinus oocarpa* Schiede, 40x y 10x.

ANEXO 4

Medias por Arbol Altura y Profundidad

Promedios por Altura para cada Arbol

ALTURA (m)	Diam.Can.Ver.		Num.Can.Ver.		Diam.Can.Hor.		Num.Can.Hor.	
	1.3	3.3	1.3	3.3	1.3	3.3	1.3	3.3
ARBOL								
Dipilto1	140.25	140.00	.45	.44	36.88	35.50	.82	.84
Dipilto2	118.50	97.50	.28	.32	36.62	33.06	.31	.35
Cusmapa	190.56	219.56	.21	.28	41.88	44.00	.26	.28
n	20	20	100	100	20	20	100	100

Promedios por Profundidad para cada Arbol y cada Altura

PROFUNDIDAD	Diam.Can.Ver.		Num.Can.Ver.		Diam.Can.Hor.		Num.Can.Hor.	
	Centro	Perif.	Centro	Perif.	Centro	Perif.	Centro	Perif.
ARBOL								
Dipilto1	144.25	136.00	.54	.35	37.63	34.75	.84	.82
Dipilto2	117.88	98.13	.31	.29	34.25	35.44	.28	.38
Cusmapa	245.38	164.74	.23	.26	45.00	40.88	.33	.21
n	20	20	100	100	20	20	100	100
ALTURA (m)								
1.3	169.88	129.66	.35	.28	41.33	35.58	.48	.45
3.3	168.46	136.25	.37	.32	36.58	38.46	.49	.49
n	30	30	150	150	30	30	150	150

Promedios por Profundidad y Altura para cada Arbol

		DIAM. CAN. VER.		NUM. CAN. VER.		DIAM. CAN. HOR.		NUM. CAN. VER.	
ALTURA (m)		1.3	3.3	1.3	3.3	1.3	3.3	1.3	3.3
PROF	=	Centro							
ARBOL									
Dipilto1		148.50	140.00	.54	.54	42.25	33.00	.88	.80
Dipilto2		121.00	114.75	.30	.32	33.50	35.00	.26	.30
Cusmapa		240.13	250.63	.20	.26	48.25	41.75	.30	.36
n		10	10	50	50	10	10	50	50
PROF	=	Periferia							
ARBOL									
Dipilto1		132.00	140.00	.36	.34	31.50	38.00	.76	.88
Dipilto2		116.00	80.25	.26	.32	39.75	31.12	.36	.40
Cusmapa		140.99	188.50	.22	.30	35.50	46.25	.22	.20
n		10	10	50	50	10	10	50	50

ANEXO 5

Caraterísticas de Localidades y Arboles de Estudio

Caraterísticas de las Localidades

	DIPILTO	CUSMAPA
Altura media (msnm)	1150	1240
Precipitación (mm)	(1000-2000)	(2000-4000)
Humedad Relativa %	66.8 - 86.0	66.8 - 86.0
Temperatura °C	18 - 24	12 - 24
Tipo de Formación Vegetal	bh - ST	bmh - MB
Tipo de Suelo ²	AE4	MN4
Evapotranspiración Potencial	0.5 - 0.1	0.25 - 0.5
Provincia de Humedad	Húmedo	Perhúmedo
Densidad arb./ha. ³	13	19
Productividad Resinífera Kg./arb. ³	0.89	1.15

¹ Tomados del Mapa de Zonas de Vida de Holdridge.

² Tomado del mapa de clasificación de suelos de CRIES.

³ Calculados en base a datos registrados por ERCOMASSA, CORFOP.

Características de los Arboles Estudiados

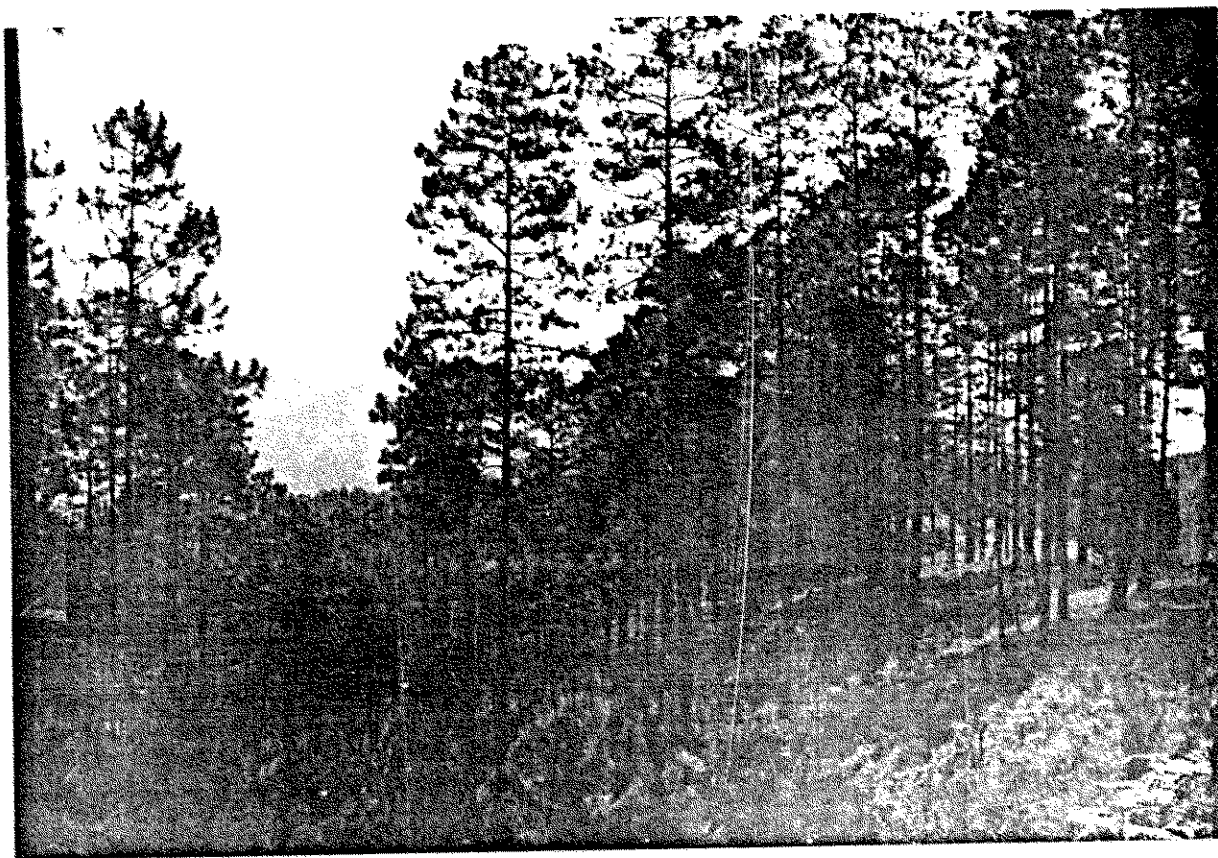
	Dipilto1	Dipilto2	Cusmapa
Edad (años)	27	29	26
Dap	36.5	34.4	43.29
Altura Total	21.5	23.4	17.8
Alt. Prim. Rama	8.6	4.35	4.1
Pendiente (%)	3	30	40
Altura media (msnm)	1145	1180	1240

ANEXO 6

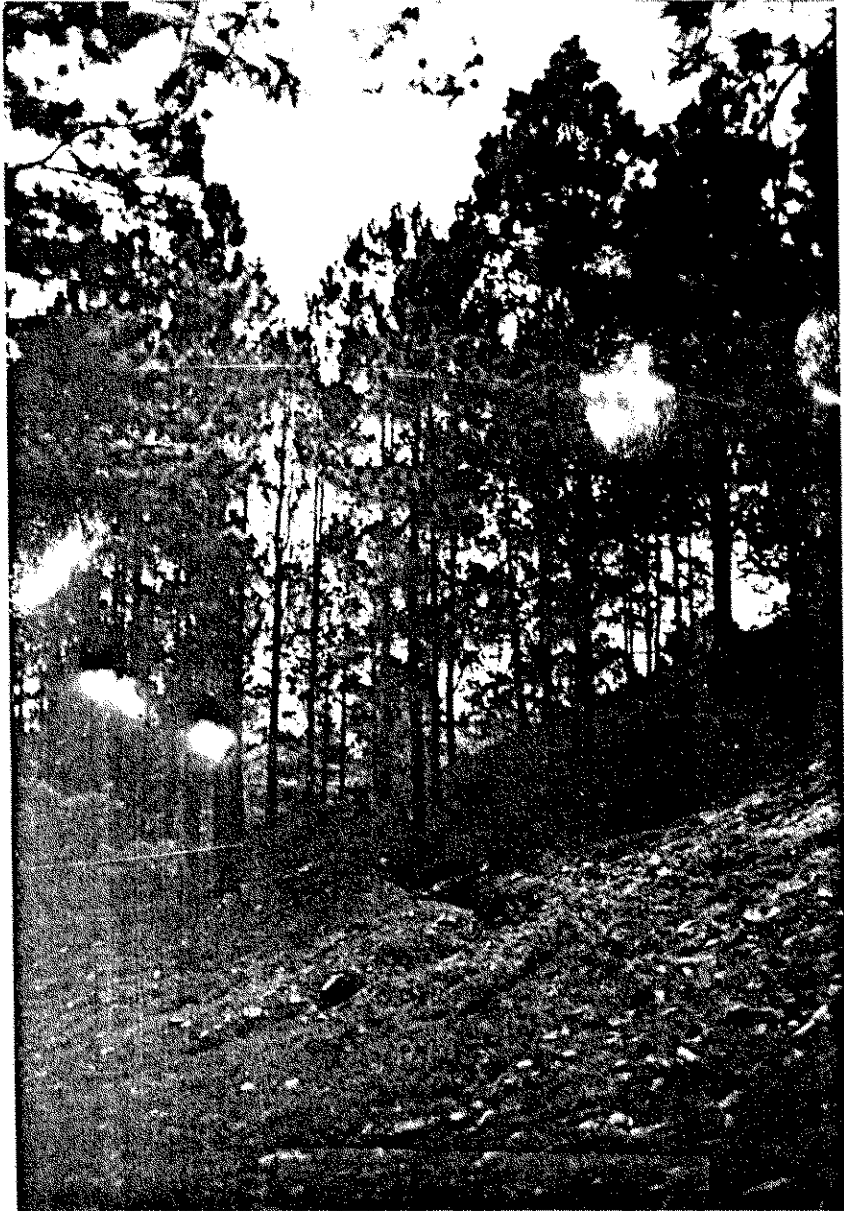
Fotos de Rodales Muestreados



Rodal donde se tumbó el árbol Dipilto 1.
Rodeito, Dipilto. Región I.



Rodal donde se tumbó el árbol Dipilto 2.
Rodeo Grande, Dipilto. Región I.



Rodal donde se tumbó el árbol Cusmapa.
Cerro Los Cabros, San José de Cusmapa. Región I.